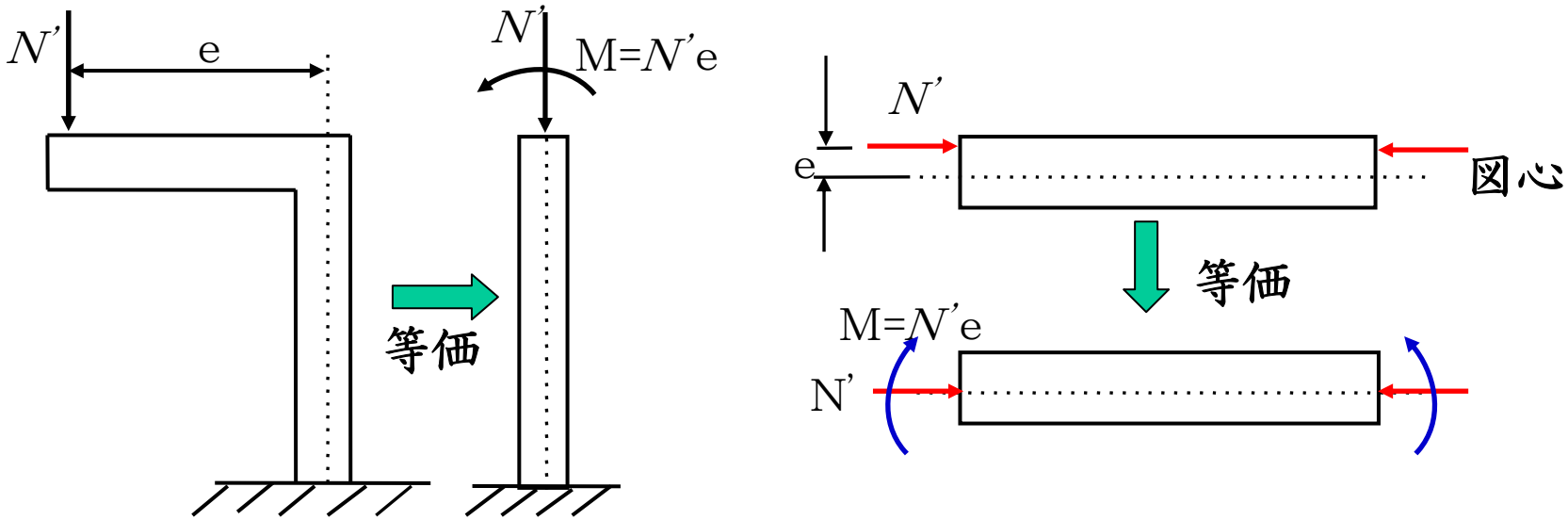
3．曲げと軸圧縮力を受けるRC部材の耐荷力



→耐荷力の求め方は、曲げのみを受ける場合と基本的に同様である。
　外力として、モーメントM以外に、軸圧縮力N'があるので、これに関する釣合を考えなければならない点が曲げのみを受ける場合と異なる。

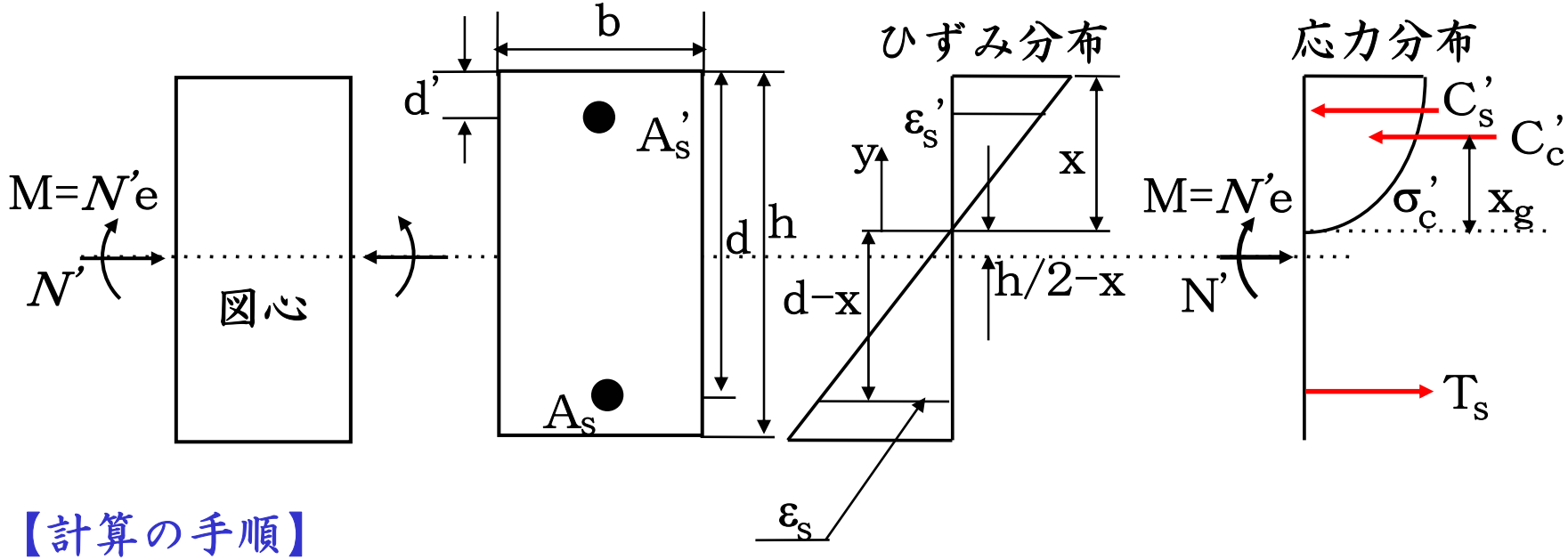
【基本的な仮定】　←　曲げのみを受ける場合と全く同様。
（1）断面内でひずみは直線分布する（平面保持の仮定）。
（2）同一位置の鉄筋ひずみとコンクリートひずみは一致する
　　（完全付着の仮定）。
（3）コンクリートの引張応力は無視する（終局時には、コンクリートにはひび割れが発生している）。
（4）圧縮縁のコンクリートひずみが終局ひずみ ε'_{cu} に達したときを破壊と定義する。ちなみに、この場合も $\varepsilon'_{cu}=0.0035 = 0.35\%=3500\mu$ と考えておく。

様々な橋脚の例

逆L型橋脚

段違い橋脚

【例題】下図のような複鉄筋断面（断面の曲げ圧縮側と曲げ引張側に軸方向の補強鉄筋を有する断面　→　単鉄筋断面とは異なる）が、図心に軸圧縮力N'と図心まわりのモーメントMを受ける場合を考える。



【計算の手順】

a）x ≦ h を仮定する。← つまり、中立軸が断面内にあるということ。
　このとき、コンクリートが受け持つ圧縮力C'_cは

$$C'_c = \int_0^x \sigma'_c(y)\, b\, dy = C'_c(x) \qquad (1)$$

つまり、C_c'は中立軸位置 x の関数となる。

b)破壊時（＝つまり圧縮縁のコンクリートひずみがコンクリートの終局ひずみ ε'_{cu} に達したとき）に、圧縮側の鉄筋が圧縮で降伏している（$\varepsilon'_s \geqq \varepsilon_y$）と仮定する。

このとき、圧縮鉄筋が受け持つ圧縮力 C_s' は、

$$C'_s = A'_s \ f'_y \qquad (2)$$

c)破壊時に、引張側の鉄筋も降伏している（$\varepsilon_s \geqq \varepsilon_y$）と仮定する。

引張鉄筋が受け持つ引張力 T_s は、

$$T_s = A_s \ f_y \qquad (3)$$

d)軸方向力の釣合から、

$$N' = C'_c(x) + C'_s - T_s \qquad (4)$$

（外力）（抵抗力、内力）

このように、破壊時の軸圧縮力 N' は、中立軸位置 x の関数となる。ところが、今のところ N' は未知であり、軸方向力の釣合条件だけでは x を求めることができない。

e)さらにモーメントの釣合を考える必要がある。

鉄筋力の作用位置は、それぞれの図心位置としてよい。

コンクリートの圧縮合力の、中立軸からの距離 x_g は、次式で求める。

$$x_g = \int_0^x \sigma'_c(y) \cdot b \cdot y \cdot dy / C'_c(x) \qquad (5)$$

ここでは、図心まわりのモーメントの釣合を考える（時間とともに変化する中立軸まわりではなく、常に不変の図心まわりとしていることに注意）。

作用する曲げモーメントが $M = N' \cdot e$ で与えられるとする。つまり偏心量 e は既知とすると、

$$N' \cdot e = C'_c\left(h/2 - x + x_g\right) + C'_s\left(h/2 - d'\right) + T_s\left(d - h/2\right) \qquad (6)$$

f) 式(4)の N' を左辺に代入し、式(6)を解くと x が得られる。
この x を用いて、耐荷力 M_u, N'_u を算定していくことができる。

注意）なお、
$x > h$ なら、 $C'_c = \int_0^h \sigma'_c(y) \cdot b \cdot dy$

$\varepsilon'_s < \varepsilon_y$ なら（圧縮鉄筋が降伏していないなら）

$$C'_s = A'_s E_s \varepsilon'_{cu} \frac{x - d'}{x}$$

$\varepsilon_s < \varepsilon_y$ なら（引張鉄筋が降伏していないなら）

$$T_s = A_s E_s \varepsilon'_{cu} \frac{d-x}{x}$$

というように、修正していく。

◎いずれにせよ、中立軸位置 x が求まった段階で、それまでに行った「仮定の妥当性」を確かめておくことが重要である。

◎なお、曲げと軸圧縮力が連成する場合も、断面の破壊時にはコンクリートの圧縮縁ひずみが、コンクリートの破壊ひずみに達しているので、「等価応力ブロック」を使用してもよい。